

**PCT** WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



<p>(51) Internationale Patentklassifikation 7 :  <b>G01L 3/10, 5/22, G01D 5/04, 5/16, 5/245</b></p>	<b>A1</b>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 00/08434</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 17. Februar 2000 (17.02.00)</p>		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top; padding: 5px;"> <p>(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE99/02331</b></p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 29. Juli 1999 (29.07.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten:            198 35 694.3      7. August 1998 (07.08.98)      DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): <b>ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).</b></p> <p>(72) Erfinder; und            (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): <b>MOERBE, Matthias [DE/DE]; Schlossbergstrasse 3, D-74360 Ilsfeld-Helfenberg (DE).</b></p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top; padding: 5px;"> <p>(81) Bestimmungsstaaten: AU, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Veröffentlicht</b>  <i>Mit internationalem Recherchenbericht.            Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p> </td> </tr> </table>			<p>(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE99/02331</b></p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 29. Juli 1999 (29.07.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten:            198 35 694.3      7. August 1998 (07.08.98)      DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): <b>ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).</b></p> <p>(72) Erfinder; und            (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): <b>MOERBE, Matthias [DE/DE]; Schlossbergstrasse 3, D-74360 Ilsfeld-Helfenberg (DE).</b></p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: AU, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Veröffentlicht</b>  <i>Mit internationalem Recherchenbericht.            Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE99/02331</b></p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 29. Juli 1999 (29.07.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten:            198 35 694.3      7. August 1998 (07.08.98)      DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): <b>ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).</b></p> <p>(72) Erfinder; und            (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): <b>MOERBE, Matthias [DE/DE]; Schlossbergstrasse 3, D-74360 Ilsfeld-Helfenberg (DE).</b></p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: AU, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Veröffentlicht</b>  <i>Mit internationalem Recherchenbericht.            Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>			
<p>(54) Title: <b>SENSOR ARRAY FOR DETECTING ROTATION ANGLE AND/OR TORQUE</b></p> <p>(54) Bezeichnung: <b>SENSORANORDNUNG ZUR ERFASSUNG EINES DREHWINKELS UND/ODER EINES DREHMOMENTS</b></p> <div style="text-align: center; margin: 20px 0;"> </div>				
<p>(57) Abstract</p> <p>The invention relates to a sensor array for detecting rotation angle and/or torque in rotational mechanical components (1), wherein a torsion bar (20) is formed between the fixing points of two angle sensors (2, 3, 4, 23, 24). The absolute rotational angle position of the rotational component (1) and the torque exerted on the rotational component (1) may be derived from the difference in rotation angle in the rotational bodies (24) that are coupled to the angle sensors (2, 3, 4, 23, 24).</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Es wird eine Sensoranordnung zur Erfassung des Drehwinkels- und/oder des Drehmoments an rotierenden mechanischen Bauteilen (1) vorgeschlagen, bei der zwischen Befestigungsstellen von zwei Winkelgebern (2, 3, 4, 23, 24) ein Torsionsstab (20) gebildet ist. Aus der Drehwinkeldifferenz von drehbaren Körpern (24), die an die Winkelgeber (2, 3, 4, 23, 24) angekoppelt sind, ist die absolute Drehwinkelstellung des rotierenden Bauteils (1) und das auf das rotierende Bauteil (1) wirkende Drehmoment herleitbar.</p>				

# **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Sensoranordnung zur Erfassung eines Drehwinkels und/oder  
eines Drehmoments

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Sensoranordnung zur Erfassung eines Drehwinkels und/oder eines Drehmoments, insbesondere an Achsen oder Wellen, und ein Verfahren zur Durchführung dieser Erfassung, nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs.

Es ist bereits aus der US-PS 5,501,110 eine Sensoranordnung bekannt, bei der das auf eine Achse übertragene Drehmoment erfasst werden soll. Das Drehmoment wird aus der Torsion bzw. dem Drehwinkelversatz der Achsenden und einer Elastizitäts-Konstante, die vom Material und der Geometrie der Achse abhängt, bestimmt. Es sind hierbei zwei Magnete und jeweils ein den Magneten gegenüberliegender Hall-Sensor auf zwei sich jeweils mit der Achse drehenden Scheiben angebracht, die an die Achsenden mechanisch fest angekoppelt sind.

Beispielsweise zur Erfassung des auf eine Lenkradachse eines Kraftfahrzeuges wirkenden Drehmomentes während der Drehung des Lenkrades müssen dabei sehr kleine Winkelän-

derungen in beiden Drehrichtungen des Lenkrades gemessen werden. Bei der Auswertung der Feldänderungen des von den Magneten ausgehenden Feldes ist daher bei der bekannten Anordnung eine äußerst empfindliche und auch temperatur-stabile Messanordnung erforderlich.

Das Drehmoment in der rotierenden Lenkradspindel ist eine Schlüsselgröße für viele Regelungs- und Steuerungsaufgaben im Kraftfahrzeug. Beispielsweise in Fahrzeugsystemen wie bei der elektromotorischen Servolenkung, der sog. Adaptive Cruise Control und der Fahrdynamikregelung ist die Erfassung der beiden Größen des absoluten Lenkraddrehwinkels und des Drehmoments an der Lenkspindel oft notwendig.

Das Drehmoment kann im Prinzip auf verschiedene, für sich gesehen bekannte, Arten erfasst werden. Die mechanische Spannung im tordierten Material ist zunächst die direkte Messgröße für das Drehmoment, die Dehnung oder die Stauchung. Diese mechanische Spannung kann zum Beispiel mit Dehnmessstreifen, die in gewünschter Richtung aufgebracht sind, gemessen werden. Es besteht allerdings bei rotierenden Wellen das Problem der Signalübertragung, das zwar je nach Anwendung mit einem Drehübertrager oder mit Schleifringen gelöst werden kann, sehr jedoch kostenintensiv und stör anfällig ist.

Mechanische Spannungen lassen sich, auch in an sich bekannter Weise, mit magnetoelastischen Materialien berührungslos erfassen. Eine dauerhafte Verbindungstechnik zwischen magnetoelastischen Folien und der Torsionswelle ist jedoch außerordentlich schwierig herzustellen. Es gibt weiterhin verschiedene Methoden einen Messwinkel durch den Drehwinkelversatz zwischen verschiedenen Enden der Welle zu erfassen. Dieser Messwinkel kann beispielsweise durch Verfahren auf optischer oder Wirbelstrombasis erfasst werden. Die optischen Verfahren haben meistens

den Nachteil, daß sie inkremental den Winkel erfassen und aus der Differenz der Triggerzeitpunkte, also nur dynamisch, den Winkel und somit das Drehmoment ermitteln.

Für sich gesehen ist aus der DE 195 06 938 A1 (US-Ser.No.08/894453) bekannt, dass eine absolute Winkelmessung an einer drehbaren Welle dadurch vorgenommen wird, dass die Welle, deren Winkellage ermittelt werden soll, mit einem Zahnrad oder einem Zahnkranz versehen ist. Dieses Zahnrad oder der Zahnkranz wirkt mit zwei weiteren, benachbart angeordneten Zahnradern zusammen, deren jeweilige Winkelstellungen mit Hilfe eines Sensors laufend ermittelt werden, wobei der letztlich zu bestimmende Drehwinkel der Welle aus den beiden gemessenen Winkel mit einer geeigneten Berechnungsmethode ermittelbar ist.

#### Vorteile der Erfindung

Die eingangs erwähnte gattungsgemäße Sensoranordnung zur Erfassung des Drehwinkels- und/oder des Drehmoments an rotierenden mechanischen Bauteilen, ist gemäß des Kennzeichens des Anspruchs 1 in vorteilhafter Weise mit zwei erfindungsgemäß weitergebildeten Winkelgebern versehen, die an verschiedenen Stellen auf dem Bauteil angeordnet sind, wobei dazwischen ein Torsionsstab gebildet ist.

In einer für sich gesehen aus der DE 195 06 938 A1 (US-Serial No. 08/894453) bekannten Weise sind am ersten Winkelgeber auf dem Umfang des rotierenden Bauteils zwei mit etwas unterschiedlicher Umdrehungsgeschwindigkeit ortsfest mitdrehende Körper angeordnet, deren Drehwinkel  $\psi$  und  $\theta$  mit den Sensoren erfassbar sind und aus deren Drehwinkeldifferenz die absolute Drehwinkellage  $\phi$  des rotierenden Bauteils herleitbar ist.

Gemäß der Erfindung greift der zweite Winkelgeber am anderen Ende des Torsionsstabes an, wobei auf einer Hülse entsprechend dem ersten Winkelgeber ebenfalls ein ortsfest drehender Körper angreift, der in seinen Abmessungen entsprechend einem der drehenden Körper am ersten Winkelgeber ausgebildet ist. Aus der gemessenen Drehwinkeldifferenz des drehbaren Körpers des zweiten Winkelgebers und des gleich ausgeführten drehbaren Körpers des ersten Winkelgebers ist nunmehr auf einfache Weise das Drehmoment am rotierenden Bauteil herleitbar, da beide Winkelgeber durch eine vom Drehmoment verursachte Torsion gegeneinander verschoben werden.

Beim einer vorteilhaften erfindungsgemäßen Ausführungsform ist der erste Winkelgeber mit Winkelmarken oder ineinandergreifende Verzahnungen auf dem Umfang des rotierenden Bauteils versehen, in gleicher Weise wie die drehenden Körper. Auch der zweite Winkelgeber ist mit Winkelmarken oder ineinandergreifende Verzahnungen auf dem Umfang einer Hülse und des drehbaren Körpers versehen. Die Zahl  $n$  der Zähne oder Winkelmarken auf dem rotierenden Bauteil und der Hülse stimmen dabei überein. Auch die Zahl  $m$  der Zähne oder Winkelmarken auf dem drehenden Körper und einem der drehenden Körper am ersten Winkelgeber sind übereinstimmend ausgeführt. Besonders bevorzugt differieren die Zahl  $m$  der Zähne oder Winkelmarken der beiden drehenden Körper am ersten Winkelgeber um einen Zahn oder eine Winkelmarke.

Bei einem vorteilhaften Verfahren zur Ermittlung des Drehwinkels und/oder des Drehmomentes kann mit der erfindungsgemäßen Sensoranordnung für jede Position des rotierenden Bauteils durch Auswertung der Drehwinkel  $\psi$  und  $\theta$  der drehbaren Körper am ersten Winkelgeber ein erster Wert  $k_1$  ermittelt werden. Durch Auswertung des Drehwinkels des drehbaren Körpers am zweiten Winkelgeber kann

ein zweiter Wert  $k_2$  ermittelt werden. Das Verhältnis der Werte  $k_1$  und  $k_2$  wird dabei überwacht, wobei bei einem sich änderndem Verhältnis und einer Änderung der Winkeldifferenz zwischen den jeweils gleichen drehbaren Körpern am zweiten Winkelgeber und am ersten Winkelgeber ein Drehmoment erfasst wird.

Die Sensoren, die die Winkellage der drehbaren Körper ermitteln, können in vorteilhafter Weise magnetoresistive AMR-, CMR- oder GMR-Sensoren sein, die ein im wesentlichen von der Feldlinienrichtung der mit den drehbaren Körpern verbundenen Magnete abhängiges Signal abgeben. Diese Sensoren erlauben einen Einsatz auch bei geringem Bauraum und machen eine einfache elektronische Auswertung, gegebenenfalls nach einer Analog-Digital-Wandlung, möglich. Die Auswerteschaltung kann hierbei eine Hybridschaltung sein, die die magnetoresistiven Sensoren und eine Rechenschaltung zur Auswertung der gemessenen Winkellagen enthält.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist das rotierende Bauteil die Lenkspindel eines Kraftfahrzeuges, auf der der erste und der zweite Winkelgeber angebracht sind. Auch hier ist durch die einfach anzubringende Verzahnung an der Lenkspindel und die Ausbildung eines Torsionsstabes mit einer weiteren Verzahnung eine erfindungsgemäße Sensoranordnung mit relativ geringem Bauraum herstellbar. In der Bandendkontrolle bei der Kraftfahrzeugfertigung werden dabei die Winkeldifferenzen und die oben beschriebenen Werte  $k_1$  und  $k_2$  sowie deren Verhältnis zueinander bei einer Geradeausfahrt drehmomentfrei erfasst und gespeichert. Bei der folgenden Überwachung der Werte  $k_1$  und  $k_2$  können dann diese Speicherwerte als Referenz herangezogen werden.

Diese und weitere Merkmale von bevorzugten Weiterbildungen der Erfindung gehen außer aus den Ansprüchen auch aus

der Beschreibung und den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei der Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können, für die hier Schutz beansprucht wird.

### Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Sensoranordnung wird anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Ansicht einer Sensoranordnung zur Erfassung der absoluten Winkelstellung einer Achse nach dem Stand der Technik und

Figur 2 eine Schnittansicht einer Sensoranordnung mit einem Torsionsstab zur Erfassung der Winkelstellung und des auf die Achse wirkenden Drehmomentes nach der Erfindung.

### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Figur 1 ist in einer schematischen Ansicht eine Achse 1 als rotierendes Bauelement gezeigt, deren Drehwinkel  $\varphi$  in einer an sich aus der Beschreibungseinleitung der DE 195 06 938 A1 (US-Serial No. 08/894453) bekannten Art und Weise bestimmt werden soll. Auf dem Umfang der Achse 1 ist eine Verzahnung 2 mit einer Anzahl  $n$  Zähnen angebracht. In die Verzahnung 2 greifen die Zähne eines Zahnrades 3 und eines Zahnrades 4 als weiterer drehbare Kör-



per ein. Das Zahnrad 3 hat bei diesem Beispiel eine Anzahl  $m$  Zähne und das Zahnrad 4 hat eine Anzahl  $m+1$  Zähne. Beim Zahnrad 3 wird ein Drehwinkel  $\psi$  und beim Zahnrad 4 ein Drehwinkel  $\theta$  gemessen.

Die Messung dieser Drehwinkel  $\psi$  und  $\theta$  erfolgt hier berührungslos mittels sog. magnetoresistiver Sensoren 5 und 6 durch eine Erkennung der Magnetfeldverläufe, die von Magneten 7 und 8 auf den Zahnradern 3 und 4 hervorgerufen werden. Die Sensoren 5 und 6 sind mit einer elektronischen Auswerteschaltung 9 verbunden, in der die zur Bestimmung des Drehwinkels  $\phi$  erforderlichen und für sich gesehen aus dem erwähnten Stand der Technik bekannten Berechnungsschritte anlaufen.

Zur Berechnung der absoluten Winkellage der Achse 1 sind die Sensoren 5 und 6 als Absolutsensoren ausgeführt, d.h. sofort nach Inbetriebnahme der Anordnung ist der vorliegende Drehwinkel der Zahnräder 3 und 4 bekannt. Aus diesen Winkeln kann somit sofort der momentane Drehwinkel  $\phi$  der Achse 1 bestimmt werden, sofern die Zahl der Zähne 10 der Verzahnung 2 auf der Achse 1 und die Zahl der Zähne 11 auf dem Zahnrad 3 und der Zähne 12 auf dem Zahnrad 4 bekannt ist. Je nach der Größe des zu erfassenden Winkels  $\phi$  kann die Anzahl der Zähne 10, 11 und 12 entsprechend gewählt werden.

Für einen absoluten Winkelerfassungsbereich von  $\phi = 3600^\circ$  und einen Messbereich  $\Omega$  der beiden Sensoren 5 und 6 von  $360^\circ$  und einer erforderlichen Genauigkeit von  $1^\circ$  muss die Anzahl der Zähne der Verzahnung 2  $n = 87$  sein, die Anzahl der Zähne  $m$  muss dann  $= 29$  sein. Mit einer solchen Verzahnung lässt sich somit ein Winkelbereich von  $3600^\circ$  so erfassen, dass für die Drehwinkel  $\psi$  und  $\theta$  der Zahnräder 3 und 4 eindeutige Zuordnungen möglich sind. Für die

Berechnung des absoluten Drehwinkels  $\varphi$  innerhalb des Winkelbereichs von hier  $3600^\circ$  lässt sich somit zunächst ein Wert  $k$  wie folgt bestimmen:

$$k = \frac{(m+1) * \theta - m * \psi}{\Omega} \quad (1).$$

Die Winkel  $\psi$  und  $\theta$  sind dabei zuvor mit den Sensoren 5 und 6 gemessen worden. Der Drehwinkel  $\varphi$  lässt sich danach mit folgender Gleichung bestimmen:

$$\varphi = \frac{m * \psi + (m+1) * \theta - (2m+1) * k * \Omega}{2n} \quad (2).$$

Aus Figur 2 ist ein erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel einer Sensoranordnung an der Achse 1, z.B. die Lenkspindel eines Kraftfahrzeuges, gezeigt, bei dem im Verlauf der Achse 1 ein Torsionsstab 20 zur Drehmomentenmessung gebildet ist. Die in der Figur 1 schon gezeigte Verzahnung 2 ist hier an dem ersten Winkelgeber an der Achse 1 angebracht. In die Verzahnung 2 greifen Zahnräder 3 und 4 analog zur Darstellung nach der Figur 1 ein. Von einer anderen Befestigungsstelle 21 ragt zur Bildung des zweiten Winkelgebers eine Hülse 22 zu der ersten Befestigungsstelle zurück und trägt auf dem freien Ende eine Verzahnung 23, die die gleiche Zähnezahl  $n$  wie die Verzahnung 2 aufweist.

In die Verzahnung 23 greift ein Zahnrad 24 ein, das eine gleiche Zähnezahl  $m$  oder  $m+1$  wie das Zahnrad 3 oder 4 aufweist und ebenfalls mit einem hier nicht ersichtlichen Magneten und einem entsprechenden Sensor ausgestattet ist. Wirkt nunmehr auf den Torsionsstab 20 ein Drehmoment so verdrehen sich die Verzahnungen 2 und 23 gegeneinander und somit ergibt sich auch eine unterschiedliche Drehung

des Zahnrades 24 im Verhältnis zum Zahnrad 3 oder 4 mit der gleichen Zähnezahl. Es kann nunmehr aus der Winkeländerung zwischen dem Zahnrad 24 und dem Zahnrad 3 oder 4 das einwirkende Drehmoment berechnet werden, in gleicher Weise wie nach der obigen Beschreibung der Absolutwert des Drehwinkels  $\varphi$  bestimmt wird.

Die Bestimmung eines Wertes  $k_1$  erfolgt in gleicher Weise wie die Errechnung des Wertes  $k$  nach der Formel (1) aus den Winkellagen der Zahnräder 3 und 4. Wenn auf die Achse 1 kein Drehmoment ausgeübt wird, so ergibt auch eine Berechnung eines Wertes  $k_2$  nach der beschriebenen Methode unter Zugrundelegung des Drehwinkels des Zahnrades 24 anstatt des gleich ausgeführten Zahnrades 3 oder 4 einen eindeutigen Wert, der immer im gleichen Verhältnis zu dem Wert  $k_1$  steht. Wenn sich nunmehr eine Änderung des Verhältnisses von  $k_1$  zu  $k_2$  ergibt, so wird dies durch eine Änderung der Winkeldifferenz zwischen dem Zahnrad 24 und dem gleichzahligen Zahnrad 3 oder 4 hervorgerufen. Diese Änderung der Winkeldifferenz ist dabei durch ein auf die Achse wirkendes Drehmoment hervorgerufen und kann in der Auswerteschaltung 9 in ein entsprechendes Ausgangssignal umgewandelt werden.

Patentansprüche

1) Sensoranordnung zur Erfassung des Drehwinkels- und/oder des Drehmoments an rotierenden mechanischen Bauteilen (1), mit

- mindestens einem Sensor (5,6) im Bereich von Winkelgebern (2,3,4,23,24), die mechanisch jeweils an, in axialer Richtung unterschiedlichen Stellen, am rotierenden Bauteil (1) befestigt sind, wobei die Winkelgeber (2,3,4,23,24) und Sensoren (5,6) derart angeordnet sind, dass eine Torsion des Bauteils (1) als relative Winkeländerung zwischen den Winkelgebern (2,3,4,23,24) erfassbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass

- zwischen den Befestigungsstellen der Winkelgeber (2,3,4,23,24) ein Torsionsstab (20) gebildet ist, wobei

- am ersten Winkelgeber (2,3,4) auf dem Umfang des rotierenden Bauteils (1) zwei mit unterschiedlicher Umdrehungsgeschwindigkeit mitdrehende Körper (3,4) angeordnet sind, deren Drehwinkel ( $\psi, \theta$ ) mit den Sensoren erfassbar sind und aus deren Drehwinkeldiffe-

renz die absolute Drehwinkellage ( $\varphi$ ) des rotierenden Bauteils (1) herleitbar ist und

- der zweite Winkelgeber (22,23,24) am anderen Ende des Torsionsstabes (20) angreift und auf einer Hülse (22) entsprechend dem ersten Winkelgeber (2,3,4) ein drehenden Körper (24) angreift, der entweder dem einen drehenden Körper (3) oder dem anderen (4) am ersten Winkelgeber (2,3,4) entspricht und dass
- aus der Drehwinkeldifferenz des drehbaren Körpers (24) des zweiten Winkelgebers (23,24) und des gleich ausgeführten drehbaren Körpers (3) oder (4) des ersten Winkelgebers (2,3,4) das Drehmoment herleitbar ist.

2) Sensoranordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- der erste Winkelgeber (2,3,4) mit Winkelmarken oder ineinandergreifende Verzahnungen auf dem Umfang des rotierenden Bauteils (1) und der drehbaren Körper (3,4) sowie der zweite Winkelgeber (22,23,24) mit Winkelmarken oder ineinandergreifende Verzahnungen auf dem Umfang der Hülse (22) und des drehbaren Körpers (34) versehen ist, wobei
  - die Zahl (n) der Zähne oder Winkelmarken auf dem rotierenden Bauteil (1) und der Hülse (22) übereinstimmen und die Zahl (m) der Zähne oder Winkelmarken auf dem drehenden Körper (24) und einem der drehenden Körper (2,3) am ersten Winkelgeber (2,3,4) übereinstimmen.

3) Sensoranordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Zahl (m) der Zähne oder Winkelmarken der beiden drehenden Körper (3,4) am ersten Winkelgeber (2,3,4) um einen Zahn oder eine Winkelmarke differieren (m+1).

4) Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Sensoren (5,6), die die Winkellage der drehbaren Körper (2,3,24) ermitteln, magnetoresistive AMR-, CMR- oder GMR-Sensoren sind, die ein im wesentlichen von der Feldlinienrichtung der mit den drehbaren Körpern (2,3,24) verbundenen Magnete (7,8) abhängiges Signal abgeben und dass

- in einer Auswerteschaltung (9) aus diesen Signalen der absolute Drehwinkel ( $\phi$ ) des rotierenden Bauteils (1) und das auf das rotierende Bauteil (1) einwirkende Drehmoment ermittelbar ist.

5) Sensoranordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Auswerteschaltung (9) eine Hybridschaltung ist, die die magnetoresistiven Sensoren (7,8) und eine Rechenschaltung zur Auswertung der gemessenen Winkel enthält.

6) Sensoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- das rotierende Bauteil (1) die Lenkspindel eines Kraftfahrzeuges ist, auf der die Winkelgeber (2,3,4,23, 24) angebracht sind.

7) Verfahren zur Ermittlung des Drehwinkels und/oder des Drehmomentes mit einer Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass

- für jede Position des rotierenden Bauteils (1) durch Auswertung der Drehwinkel ( $\psi, \theta$ ) der drehbaren Körper (2,3) am ersten Winkelgeber (2,3,4) ein erster Wert ( $k_1$ ) ermittelt wird, dass
- durch Auswertung des Drehwinkels des drehbaren Körpers (24) am zweiten Winkelgeber (23,24) ein zweiter Wert ( $k_2$ ) ermittelt wird und dass
- das Verhältnis der Werte ( $k_1$ ) und ( $k_2$ ) überwacht wird, wobei bei einem sich ändernden Verhältnis und einer Änderung der Winkeldifferenz zwischen den jeweils gleichen drehbaren Körpern (24) am zweiten Winkelgeber und (3) am ersten Winkelgeber oder (24) am zweiten Winkelgeber und (4) am ersten Winkelgeber ein Drehmoment erfasst wird.

1 / 1

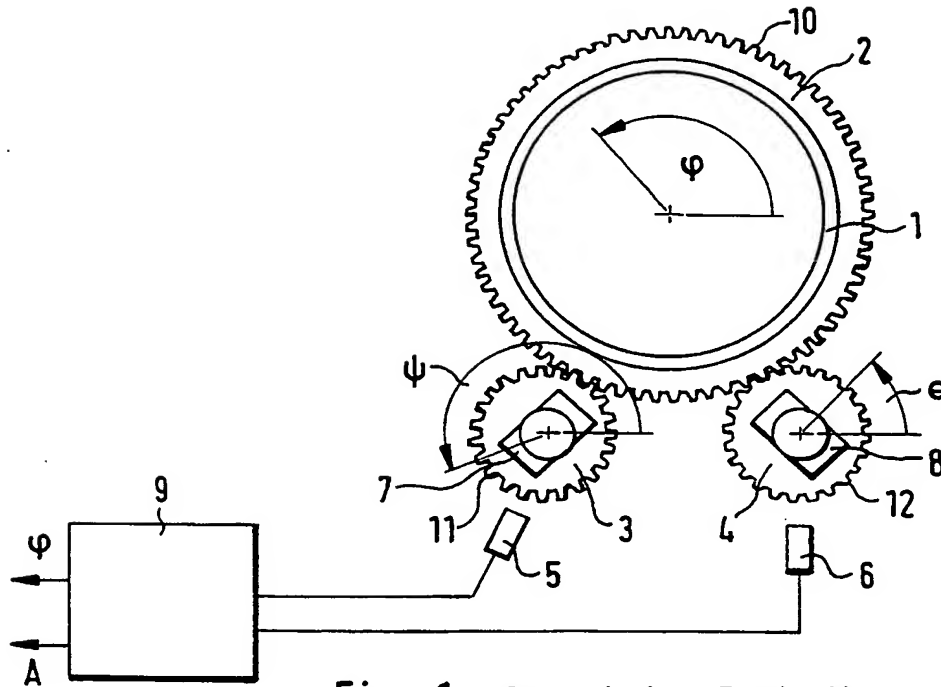


Fig. 1 Stand der Technik

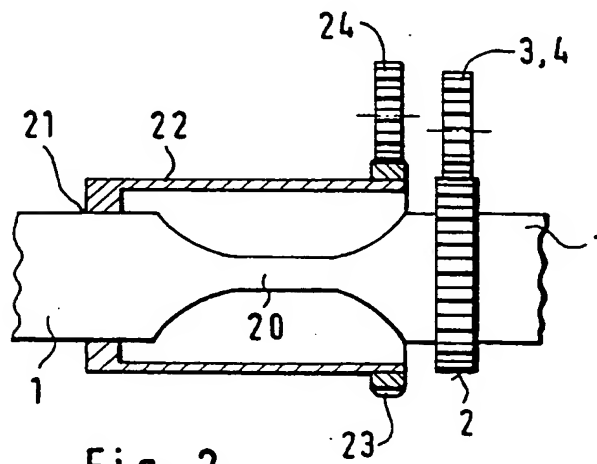


Fig. 2



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. Patent Application No  
PCT/DE 99/02331

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01L3/10 G01L5/22 G01D5/04 G01D5/16 G01D5/245

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01L G01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 195 06 938 A (BOSCH GMBH ROBERT) 29 August 1996 (1996-08-29) cited in the application abstract; figures 1,2A,2B page 2, line 65 -page 3, line 17 ---	1-7
A	US 4 450 729 A (TROEDER CHRISTOPH ET AL) 29 May 1984 (1984-05-29) abstract; figures 1,2 column 4, line 60 -column 5, line 40 -----	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 January 2000

Date of mailing of the international search report

20/01/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Helm, B

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 99/02331

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19506938 A	29-08-1996	CN 1175999 A WO 9627116 A EP 0877916 A JP 11500828 T US 5930905 A	11-03-1998 06-09-1996 18-11-1998 19-01-1999 03-08-1999
US 4450729 A	29-05-1984	DE 3112714 C FR 2503361 A GB 2095841 A,B IT 1212590 B JP 57165729 A	11-11-1982 08-10-1982 06-10-1982 30-11-1989 12-10-1982

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/02331

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G01L3/10 G01L5/22 G01D5/04 G01D5/16 G01D5/245

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01L G01D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 195 06 938 A (BOSCH GMBH ROBERT) 29. August 1996 (1996-08-29) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildungen 1,2A,2B Seite 2, Zeile 65 -Seite 3, Zeile 17 ---	1-7
A	US 4 450 729 A (TROEDER CHRISTOPH ET AL) 29. Mai 1984 (1984-05-29) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 Spalte 4, Zeile 60 -Spalte 5, Zeile 40 -----	1-7



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Januar 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

20/01/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Helm, B

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/02331

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19506938 A	29-08-1996	CN 1175999 A	11-03-1998
		WO 9627116 A	06-09-1996
		EP 0877916 A	18-11-1998
		JP 11500828 T	19-01-1999
		US 5930905 A	03-08-1999
<hr/>			
US 4450729 A	29-05-1984	DE 3112714 C	11-11-1982
		FR 2503361 A	08-10-1982
		GB 2095841 A, B	06-10-1982
		IT 1212590 B	30-11-1989
		JP 57165729 A	12-10-1982
<hr/>			